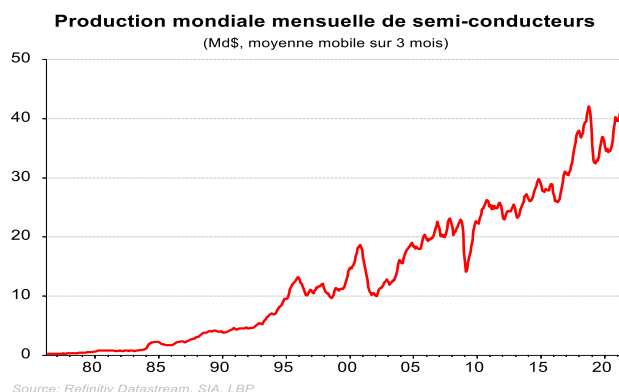


10 septembre 2021

L'industrie des semi-conducteurs : entre forte demande et contraintes d'offre

Un marché en plein essor à court terme avec de nouveaux défis à moyen terme

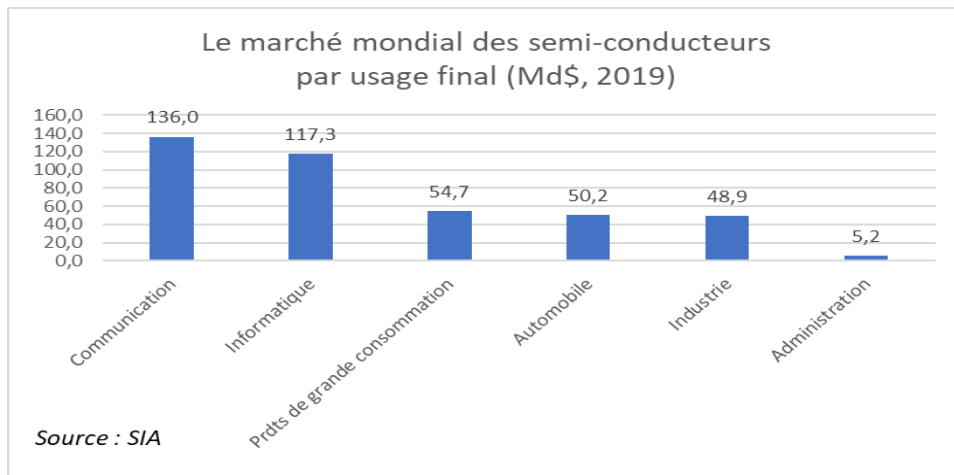


- **Avant la crise sanitaire, l'industrie des semi-conducteurs avait vécu une année 2019 assez difficile.** Cela tenait à l'essoufflement de certains marchés (repli des ventes d'ordinateurs), à un contexte international compliqué (tensions commerciales sino-américaines) et à un essoufflement de l'économie mondiale (le commerce mondial se repliait). L'épidémie de Covid-19 a naturellement affecté par la suite le monde des semi-conducteurs, comme d'autres secteurs industriels. **Mais un net rebond est intervenu dès le printemps 2020. Le point haut de la production mondiale de semi-conducteurs datant d'octobre 2018 a ainsi été dépassé en mai dernier.**
- **Une des raisons de ce surcroît de demande est le redressement spectaculaire des ventes d'ordinateurs qui reculaient depuis quasiment une décennie.** Le marché mondial a crû de 12,9 % en 2020, une hausse qui s'est poursuivie début 2021.
- **Face à une demande en forte hausse, les industriels peinent à répondre. Ce sont surtout les fonderies qui constituent le principal goulet d'étranglement,** avec des capacités de production qui tourneraient quasiment à 100 % à Taiwan, en Corée du Sud ou aux Etats-Unis.
- **Ces difficultés se sont traduites par des tensions d'approvisionnement qui ont particulièrement pénalisé les principaux constructeurs automobiles.**
- **L'industrie des semi-conducteurs est devenue stratégique, au niveau des entreprises comme sur le plan géopolitique. La Chine est appelée à devenir un acteur incontournable.**
- **Une interrogation porte sur les progrès technologiques de cette industrie, qui nécessitent à la fois beaucoup de recherche-développement et des investissements en capital colossaux. La baisse des prix des composants électroniques a été un élément clef dans la dynamique de désinflation des biens de consommation depuis 20 ans. Il n'est pas sûr que cette tendance se prolonge indéfiniment.**

Alain Henriot

Les semi-conducteurs : omniprésents et une industrie assez fortement concentrée

- Au fait, **un semi-conducteur qu'est-ce que c'est ?** Comme son nom l'indique, un semi-conducteur se situe entre un matériau entièrement conducteur, comme les métaux, et un isolant (le verre ou la céramique). Il constitue la base des circuits intégrés qui se répartissent en deux grandes catégories : les processeurs, qui permettent à un dispositif électronique de fonctionner, et la mémoire.
- **Les semi-conducteurs sont aujourd'hui intégrés dans une large palette de produits**, des smartphones aux ordinateurs, en passant par les voitures et les équipements industriels. De nouveaux marchés ont ou devraient émerger tels que l'intelligence artificielle, la voiture autonome, de nouveaux réseaux de communication (5G) et, pourquoi pas, les cryptomonnaies. Les progrès technologiques des dernières décennies ont permis la généralisation de produits innovants, dont les capacités techniques n'ont cessé d'augmenter, développant de nouveaux usages. Environ un tiers du marché concerne le secteur de la communication alors que la part des produits informatiques approche 30 %. Mais les activités industrielles, aussi bien en amont pour le processus de fabrication qu'en aval (produits finis), constituent des marchés très importants aussi. Les producteurs américains (*Semiconductor Industry Association*) imaginent un monde dans lequel les usines connectées (*L'Internet des objets, The Internet of Things, IoT*) intégreront des robots capables d'effectuer toutes les opérations d'assemblage, en s'appuyant sur les données stockées sur le *Cloud* et en mobilisant l'intelligence artificielle grâce aux réseaux 5G¹. **C'est dire le rôle stratégique qu'a et aura cette industrie dans l'économie de demain.**



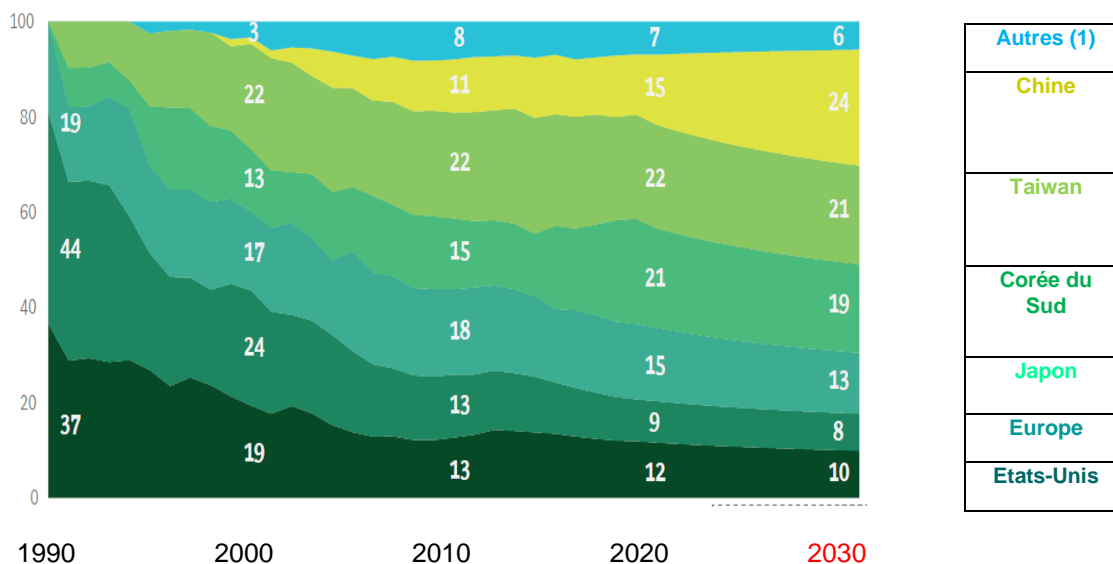
- **C'est aussi une industrie qui consacre une large partie de son chiffre d'affaires à l'innovation.** Aux Etats-Unis, elle arrivait sur ce plan en seconde position en 2019 parmi les secteurs d'activité (ratio dépenses de recherche-développement/chiffre d'affaires de 16,4 % contre 20,8 % pour l'industrie pharmaceutique), devançant largement d'autres secteurs comme les services financiers (5,6 %). Cette composante innovation est moins forte dans d'autres pays en pointe dans cette industrie. Ce même ratio n'était que de 10,3 % à Taïwan en 2019, 8,4 % au Japon et 8,3 % en Chine et 7,7 % en Corée du Sud.
- **L'industrie des semi-conducteurs se concentre dans quelques pays :** les États-Unis, la Corée du Sud, le Japon, Taïwan, la Chine et l'Europe (Allemagne, France, Royaume-Uni, Pays-Bas et Suède). La chaîne de valeur de l'industrie des semi-conducteurs peut être décomposée en trois segments : la conception des circuits intégrés, très intensive en recherche-développement, dans laquelle les entreprises américaines dominent ; la fabrication, segment très capitalistique, dont les leaders sont le taiwanais TSMC et le Coréen Samsung ; enfin l'assemblage et les tests qui s'effectuent principalement en Asie².
- Les parts de marché mondiales des grands pays acteurs de ce secteur diffèrent donc selon le positionnement dans la filière. **Les Etats-Unis ont une part de marché de l'ordre de 60 % dans les ventes de processeurs mais seulement un peu supérieure à 20 % pour les mémoires (la Corée du Sud occupe près des deux tiers de ce marché). Près de 80 % des opérations de fonderie et d'assemblage sont effectuées en Asie** (source : SIA). La production américaine de plaquettes de semi-conducteurs est du reste assez délocalisée : 44,3 % de la production des entreprises ayant leur siège social aux Etats-Unis restait outre-Atlantique en 2019 mais 17,4 % était localisée à Singapour, 9,9 % à Taïwan, 9,1 % en Europe et 8,8 % au Japon.

¹ SIA, *State of the US Semiconductor Industry*, 2020 (p. 6). Une grande partie des données citées ci-après sont extraites de ce rapport.

² Mathieu Dûchatel, *Semi-conducteurs : la quête de la Chine*, Institut Montaigne, janvier 2021

- Une caractéristique importante de cette industrie est de créer une **grande interdépendance entre les différents segments de la chaîne de valeur, qui peuvent se traduire par des goulets d'étranglement**. C'est un enjeu stratégique entre entreprises mais aussi entre Etats, comme l'a illustré le différend commercial entre les Etats-Unis et la Chine, sous l'administration Trump.
- **La Chine est d'ailleurs appelée à devenir un acteur préminent de ce secteur**. C'est l'une des grandes ambitions à long terme (plan « Vision 2035 ») du gouvernement chinois.

Part dans la production mondiale de semi-conducteurs (%)



Source : SIA, *Government Incentives and US competitiveness in Semiconductor Manufacturing*, September 2020 (Projections à partir de 2020)

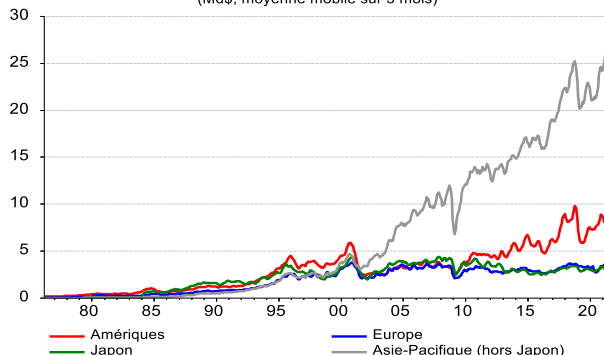
(1) Notamment Singapour et Israël

Un rebond vigoureux de la demande depuis un an

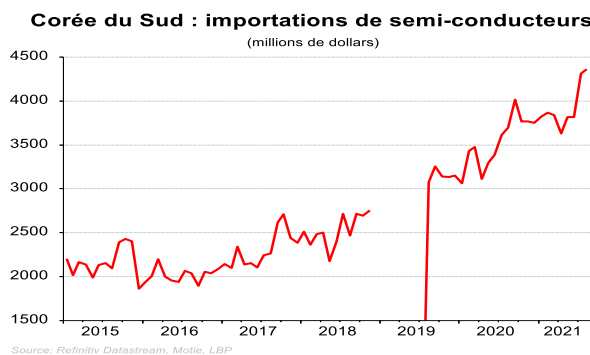
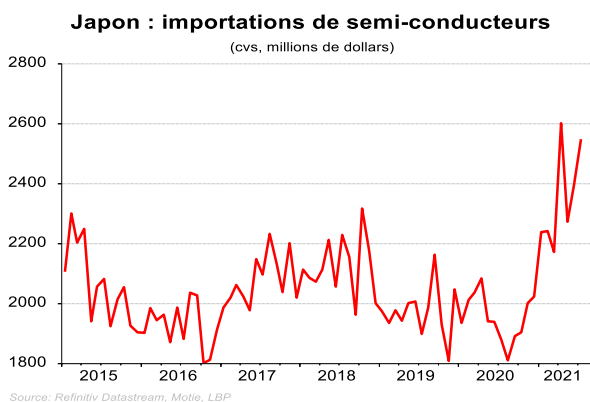
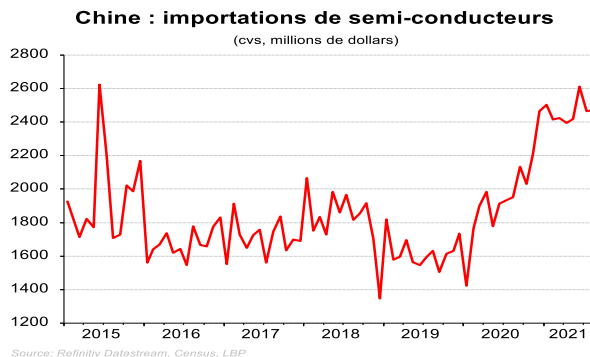
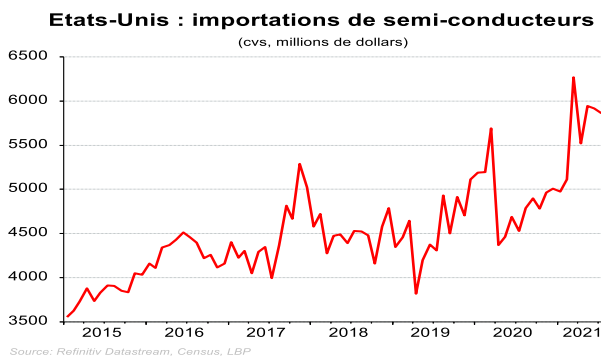
- **Avant la crise sanitaire, l'industrie des semi-conducteurs avait vécu une année 2019 assez difficile**. Cela tenait à l'essoufflement de certains marchés (repli des ventes d'ordinateurs), à un contexte international compliqué (tensions commerciales sino-américaines) et à un essoufflement de l'économie mondiale (le commerce mondial se repliait). L'épidémie de Covid-19 a naturellement affecté par la suite le monde des semi-conducteurs, comme d'autres secteurs industriels. **Mais un net rebond est intervenu dès le printemps 2020. Le point haut de la production mondiale de semi-conducteurs datant d'octobre 2018 a ainsi été dépassé en mai dernier**. Le rebond de la production a surtout été spectaculaire en Asie (hors Japon), du fait du rebond précoce de l'économie chinoise et d'une certaine maîtrise de la situation sanitaire. En revanche la production américaine n'avait pas encore tout à fait retrouvé au début de l'été 2021 son point haut de fin 2018. Au total, l'organisme qui rassemble les professionnels du secteur WSTS (*World Semiconductor Trade Statistics*), table sur une progression du marché de 25 % cette année (après 6,8 % en 2020).

Production mensuelle de semi-conducteurs

(Md\$, moyenne mobile sur 3 mois)



- Une façon indirecte d'appréhender la demande consiste à regarder l'évolution des importations même si cette mesure est imparfaite puisqu'une partie de la demande est satisfaite par la production locale. Au printemps 2020, le ressaut de l'activité a clairement été tirée par la demande chinoise. Il a notamment été un peu plus tardif au Japon et s'est fait plus graduellement aux Etats-Unis.



- Une des raisons de ce surcroît de demande est le redressement spectaculaire des ventes d'ordinateurs qui reculaient depuis quasiment une décennie. Ces dernières ont été stimulées par le travail à distance et le développement des loisirs à domicile lors des périodes de confinement. Le marché mondial a crû de 12,9 % en 2020 selon le cabinet IDC en 2020 pour représenter environ 302 millions d'unités. Cette hausse s'est poursuivie début 2021, avec des ventes atteignant 83 millions d'unités au 2^{ème} trimestre après 84 millions au 1^{er} trimestre.

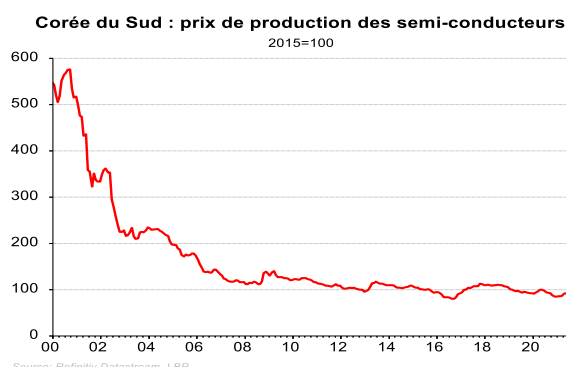
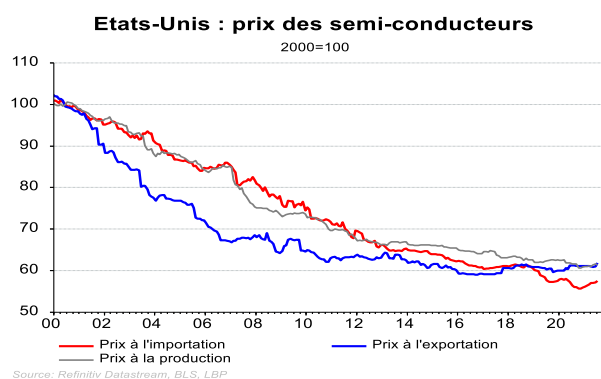
Une offre qui a du mal à suivre

- Face à une demande en forte hausse, les industriels peinent à répondre. Ce sont surtout les fonderies qui constituent le principal goulet d'étranglement, avec des capacités de production qui tourneraient quasiment à 100 % à Taiwan, en Corée du Sud ou aux Etats-Unis. Comme indiqué précédemment, cette partie de la chaîne de valeur est très capitalistique. Pour produire des puces à l'échelle du nanomètre, TSMC est notamment le propriétaire de Fab 18, l'usine la plus chère du monde jamais construite, estimée à 17 Md\$³. Pour les puces à la technologie la plus avancée (5 nanomètres(nm)), le producteur taiwanais est seulement concurrencé par Samsung. La demande croissante de miniaturisation conduit par ailleurs à utiliser des longueurs d'onde de plus en plus petites pour « graver » les circuits sur la galette de silicium (technologie dite de la lithographie par rayonnement ultraviolet extrême (EUV)). En 2021, l'entreprise néerlandaise ASML est la seule à commercialiser un tel appareil de lithographie. Ces machines coûtent plus de cent millions d'euros et nécessitent dix-huit mois d'assemblage.
- Le caractère stratégique de cette industrie en a fait aussi un enjeu des tensions entre la Chine et les Etats-Unis. A l'été 2020, Donald Trump avait mis 38 filiales du groupe chinois Huawei sur liste noire. En 2019, le géant chinois avait déjà été placé sur cette liste, le privant d'accès à ses fournisseurs de puces américains. L'entreprise chinoise a dès lors constitué des stocks très importants. Les goulets d'étranglement sont d'autant

³ Pourquoi il y a une pénurie de semi-conducteurs dans le monde ?, Les Echos, 17 mars 2021.

plus grands que certains fournisseurs de puces, comme *Qualcomm* pour *Apple*, conçoivent et commercialisent mais n'ont pas leurs propres usines.

- **Les caractéristiques de cette industrie lui confèrent par nature un caractère cyclique qui s'explique notamment par la durée nécessaire à l'extension des capacités de production et à leur adaptation permanente compte tenu de la vitesse d'évolution des technologies.** Depuis le début des années 1990, le secteur a traversé sept cycles comme l'illustre le graphique de la production mondiale. Lors des phases hautes, les bons résultats des entreprises leur permettent d'engager ultérieurement des investissements qui conduisent ensuite à une certaine surcapacité de production qui peuvent être aussi générés par des chocs macro-économiques (exemple de l'éclatement de la bulle Internet en 2000 et de la crise financière de 2008). Si l'on suit cette logique, les tensions observées actuellement pourraient s'estomper progressivement l'an prochain, avant peut-être de conduire à d'éventuelles surcapacités de production. Mais **avec les sauts technologiques en cours déjà évoqués (réseaux 5G, transformation du secteur automobile, etc.) et le rebond attendu avec un certain décalage par rapport à la reprise actuelle de certains secteurs utilisateurs (construction aéronautique notamment), le cycle des semi-conducteurs pourrait être aplani.**
- **Les prix des semi-conducteurs ne reflètent que très imparfaitement cette cyclicité de l'industrie.** Ils revêtent une **tendance structurelle baissière**, comme l'illustrent les statistiques américaines. Gordon Moore, cofondateur de la société *Intel*, avait observé dans les années 1960 que le nombre de transistors présents dans un circuit intégré doublait tous les 18 à 24 mois grâce au passage à une gravure plus fine, offrant ainsi des performances de calcul toujours supérieures pour un même niveau d'encombrement et à coût constant. Mais **cette loi se heurterait désormais à une limite physique**, se traduisant notamment par des retards dans le lancement de puces toujours plus petites. Les progrès en densité seraient ainsi limités. **Cela pourrait finir par se répercuter dans les prix. Les prix américains à la production ont peu baissé ces dernières années alors que les prix à l'exportation ont plafonné. Il en est de même des prix à la production de la Corée du Sud** qui étaient en chute libre sur la première moitié des années 2000. **Cela pourrait se répercuter sur les prix de détail.** Par exemple, en prenant comme référence l'année 2015, l'indice des prix à la consommation français atteignait 106,4 en juillet 2021. Mais l'indice valait seulement 58 pour les prix des téléphones portables et 78 pour les ordinateurs personnels. **Ce recul des prix de certains produits (qui s'explique en partie par ce que les statisticiens appellent les effets « qualité⁴ ») pourrait être beaucoup moins marqué dans les années à venir.**

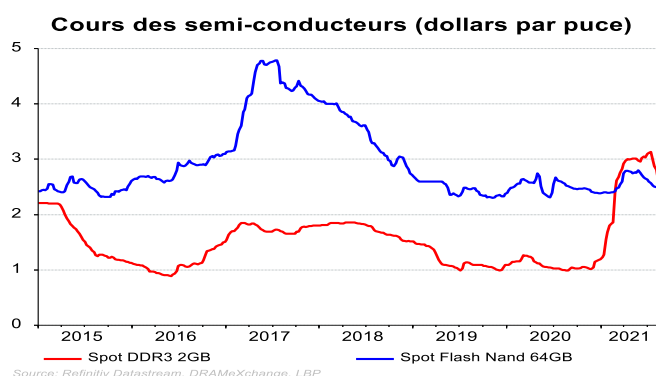


- Les tensions actuelles sur le marché des semi-conducteurs occasionneraient actuellement de fortes hausses de prix si l'on en croit certaines publications spécialisées, que l'on n'observe pas vraiment dans les données américaines ou coréennes analysées ci-dessus. Le graphique ci-dessous montre l'évolution des cours de certains types de mémoire⁵ sur le marché au comptant (une sorte de Bourse de ce qui peut être considéré comme une matière première). **Les cours de certaines mémoires (pas toutes) ont en effet fortement augmenté début 2021. Mais un repli semble se dessiner depuis mi-juillet**, une tendance qui paraît être confirmée par les cours des contrats à terme pour la fin de l'année. Cependant, l'entreprise taiwanaise TSMC prévoirait d'augmenter ses prix de 10 % pour les puces les plus avancées (utilisées dans les smartphones) à

⁴ Si le prix nominal d'un ordinateur augmente de 5 % mais que sa puissance de calcul s'accroît de 10 %, son indice de prix baissera de 5 %.

⁵ DDR 3 est un standard de mémoire vive dynamique électronique utilisé dans les ordinateurs personnels. La mémoire flash est une mémoire de masse à semi-conducteurs ré-inscriptible, c'est-à-dire une mémoire possédant les caractéristiques d'une mémoire vive mais dont les données ne disparaissent pas lors d'une mise hors tension. Elle est notamment utilisée dans les appareils de photos numériques et dans les téléphones portables. Les cotations sont fournies par la société DRAMeXchange.

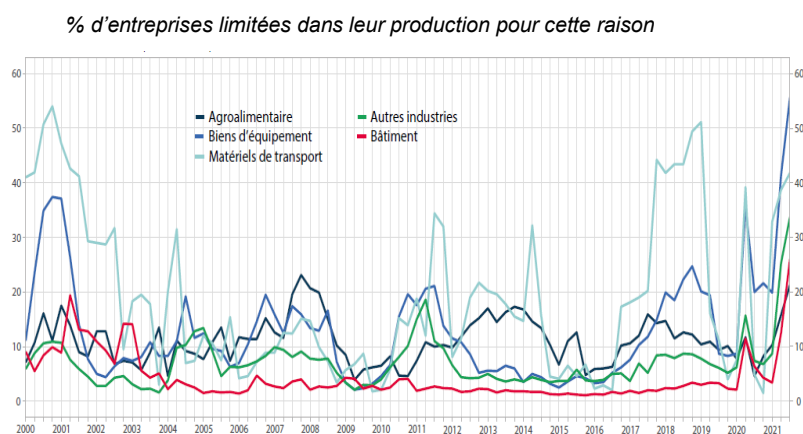
20 % pour les moins avancées (que l'on peut trouver dans l'automobile) d'ici 2022⁶. Si tel était le cas, cela pénaliserait probablement de nombreux secteurs en aval même si d'importants effets amortisseurs existent.



Des pénuries qui pénalisent certains secteurs industriels

- **Les difficultés d'approvisionnement sont de plus en plus mentionnées comme un frein à la reprise par les chefs d'entreprise**, au moins à court terme, dans les enquêtes de conjoncture. Bien sûr cela peut recouvrir un large spectre de produits. Dans le bâtiment, les métaux et le bois de construction sont en tension. Mais la pénurie de semi-conducteurs affecte la disponibilité des chaudières, climatiseurs ou des pompes à chaleur. Dans l'industrie, les difficultés d'approvisionnement sont au plus haut dans les biens d'équipement et s'en rapprochent pour les matériels de transport qui recouvrent l'automobile.

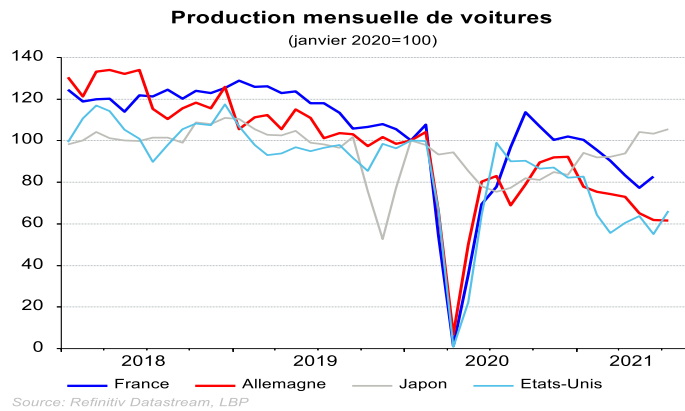
France : difficultés d'approvisionnement dans les grands secteurs industriels et le bâtiment



- **Les constructeurs automobiles sont particulièrement pénalisés par les difficultés d'approvisionnement en semi-conducteurs**, ayant tout fait pour travailler en flux tendus et limiter les stocks aussi bien en aval qu'en amont. L'électronique représentait 40 % du coup d'un véhicule en 2017 contre 20 % dix ans plus tôt⁷. Du coup la production de voitures a reculé au premier semestre après avoir vivement rebondi fin 2020. Son niveau à l'été 2021 était inférieur de l'ordre de 35 % à celui d'avant crise aux Etats-Unis et en Allemagne et de près de 20 % en France. Certains constructeurs ont d'ailleurs dû fermer temporairement des usines. **Le Japon avait jusqu'ici réussi à faire exception.** Toyota disposait notamment de stocks de composants importants dans le cadre des plans de prévention des risques, une pratique qui avait été élaborée dans le sillage de la catastrophe de Fukushima. Mais la crise se prolongeant, le constructeur nippon est désormais contraint d'arrêter temporairement des chaînes de production. Il devrait réduire de 40 % sa production mondiale en septembre.

⁶ Les Echos, 27 août 2021.

⁷ Deloitte, « Semi-conductors: the next wave », avril 2019.



- **La normalisation des conditions de livraison en semi-conducteurs va donc constituer une condition importante pour la poursuite de la reprise économique.** Si la demande est toujours là, ce qui paraît probable compte tenu du contexte macroéconomique global, elle pourrait permettre de donner un second souffle à la reprise de certains secteurs industriels. Reste à savoir à quelle échéance cela pourrait se produire.

Direction Finance et Stratégie – Direction des études économiques :

[Ouvrir ce lien pour s'abonner](#)

Les analyses et prévisions qui figurent dans ce document sont celles du service des Etudes Economiques de La Banque Postale. Bien que ces informations soient établies à partir de sources considérées comme fiables, elles ne sont toutefois communiquées qu'à titre indicatif. La Banque Postale ne saurait donc encourir aucune responsabilité du fait de l'utilisation de ces informations ou des décisions qui pourraient être prises sur la base de celles-ci. Il vous appartient de vérifier la pertinence de ces informations et d'en faire un usage adéquat.